

626
P191c
no.17

ASCENSEURS POUR BATEAUX

SYSTÈME

OELHAFEN — LÖHLE

Nul ne met en doute l'importance économique des voies navigables au point de vue du développement industriel et commercial des contrées qu'elles traversent, aussi l'amélioration des voies existantes et la création de voies nouvelles est-elle une question d'intérêt général. Pendant ces 25 dernières années surtout, on s'est appliqué partout à construire des canaux et les résultats obtenus n'ont pas été en dessous des prévisions.

La plupart des canaux de quelque étendue présentent de grandes différences de niveau, et l'exécution de maint projet de canal est retardé à cause des difficultés que l'on prévoit pour le transport rapide, sûr et peu coûteux des bateaux, d'un niveau à l'autre.

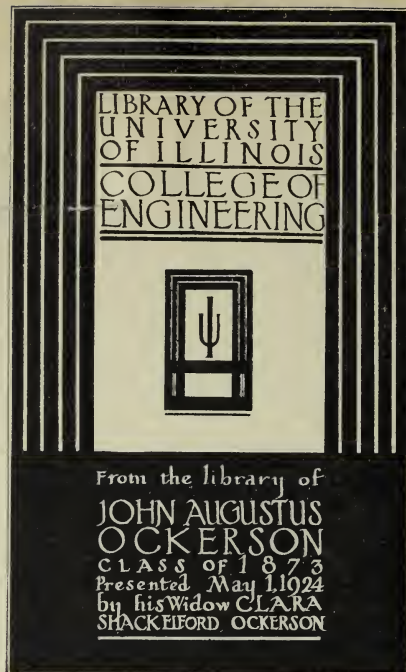
Le système d'ascenseurs proposé par les ingénieurs Oelhafen et Löhle et étudié par quelques uns des plus importants ateliers de construction de charpentes en fer du continent, semble devoir surmonter les difficultés mieux que tout autre, si l'on en juge d'après les dessins complets et les devis détaillés dont on dispose.

La „Schiffshebewerk A. G.“, à Zurich, s'est assurée les licences nécessaires pour l'exploitation des brevets Oelhafen et Löhle. Le modèle, exposé en 1906 à Milan et en 1907 à l'exposition maritime de Bordeaux, a été jugé très favorablement par les spécialistes. Depuis lors, la „Schiffshebewerk A. G.“ est en pourparlers avec les principaux ateliers de construction d'autres pays, pour l'exécution des ascenseurs Oelhafen-Löhle.

la cote
sente
rapide
elle c
On p
connu
Ce se

1
2
3
4
J
au p
du se
surto
câble

cier
ture



626
P191c
no.17

vue écono-
stant entre
canal, pré-
ion la plus
bien choisi,
économique.
d'ascenseurs
s de niveau.

horizontal.
être estimée
de la sûreté
tation. C'est
rupture de
pour apprê-
de la struc-

Quant aux frais d'exploitation, pour les quatre groupes, ils sont d'importance secondaire, comparativement aux frais d'intérêt et d'amortissement du capital d'installation.

Les ascenseurs du groupe 1 ne sont avantageux, au point de vue des frais d'établissement, que lorsqu'il y a suffisamment d'eau à la cote la plus élevée du canal. Au cas contraire, l'établissement de pompes, de réservoirs, entraîne des dépenses supplémentaires exagérées. Même au cas où il y a de l'eau en quantité suffisante pour alimenter les écluses, il est généralement plus avantageux de l'utiliser dans des usines hydrauliques. L'entrée et la sortie des bateaux dans l'écluse, et en général toutes les manœuvres d'éclusage apportent un retard considérable dans la navigation.

Ce sont les ascenseurs du groupe 2 qui, dans des projets étudiés d'une façon approfondie, ont été proposés le plus souvent. Un plan incliné de faible pente présente une sûreté de

fonctionnement suffisante, mais les frais d'établissement des fondations restent considérables. En outre, une grande longueur de voie diminue la capacité. A vrai dire, on peut remédier à cet inconvénient, dans le cas de plans inclinés transversaux, par certains dispositifs. Lorsque le niveau de l'eau est très variable, la jonction du sas mobile et des biefs présente de sérieuses difficultés.

Les ascenseurs du groupe 3 transportent les bateaux d'un bief à l'autre par le chemin le plus court. Le bief supérieur se termine par un viaduc ou un canal en remblai. La capacité de ces ascenseurs est satisfaisante. Parmi les ascenseurs verticaux les plus connus, on peut citer ceux du système Clarke (Anderton, Angleterre; les Fontinettes, France; La Louvière, Belgique) et l'ascenseur sur flotteurs de Heinrichenburg en Westphalie. Lorsque la différence de niveau est considérable, les frais d'établissement des fondations sont très élevés, et même, lorsque la constitution du sol est mauvaise, l'emploi du système est complètement exclus. Les constructions immergées sont difficilement accessibles, et, par suite, leur réfection peut occasionner une longue interruption dans l'exploitation.

Les ascenseurs du groupe 4 ont été proposés pour la première fois lors du concours pour Prerau, entre autres, l'ascenseur à cylindre flottant, qui obtint le prix. Leur capacité est satisfaisante, cependant, les dispositifs assurant le fonctionnement régulier, principalement en cas de vidange du sas, présentent de grandes difficultés d'exécution, et leur fonctionnement est douteux. En cas de grande variabilité du niveau de l'eau, la jonction du sas et des biefs ne peut se faire qu'en intercalant une écluse.

Aucun de ces systèmes ne satisfait, pour des dénivellations importantes, aux trois conditions de sûreté dans l'exploitation, de rapidité dans la manœuvre et de faibles dépenses d'établissement et d'exploitation.

L'ascenseur Oelhafen-Löhle, décrit ci-dessous dans ses grandes lignes, est du type de l'ascenseur vertical, et partage avec tous les ascenseurs de ce groupe l'avantage d'une grande capacité.

Si l'on fait l'abstraction des risques généraux inévitables dans toutes les constructions métalliques, on peut affirmer qu'il offre une sécurité de fonctionnement absolue. Il s'adapte aux très



CO

vue écono-

des différences de niveau existant entre la cote la plus basse et la cote la plus élevée d'un canal, présente de grands avantages. Elle permet la navigation la plus rapide et la plus sûre, et, si le tracé du canal est bien choisi, elle constitue presque toujours la solution la plus économique. On peut répartir en quatre groupes les systèmes d'ascenseurs connus, utilisables dans le cas de grandes différences de niveau. Ce sont :

- 1° le système des écluses disposées en gradin,
- 2° le système des plans inclinés,
- 3° le système des ascenseurs verticaux,
- 4° le système des ascenseurs à axe de rotation horizontal.

La valeur relative de ces différents systèmes doit être estimée au point de vue de la rapidité de la manœuvre, de la sûreté du service et des frais d'établissement et d'exploitation. C'est surtout en cas de voie d'eau dans le sas, ou de rupture de câble, que la sûreté du service doit être assurée.

Au point de vue des frais d'installation, il faut, pour apprécier la valeur des différents systèmes, tenir compte de la structure du sol.

Quant aux frais d'exploitation, pour les quatre groupes, ils sont d'importance secondaire, comparativement aux frais d'intérêt et d'amortissement du capital d'installation.

Les ascenseurs du groupe 1 ne sont avantageux, au point de vue des frais d'établissement, que lorsqu'il y a suffisamment d'eau à la cote la plus élevée du canal. Au cas contraire, l'établissement de pompes, de réservoirs, entraîne des dépenses supplémentaires exagérées. Même au cas où il y a de l'eau en quantité suffisante pour alimenter les écluses, il est généralement plus avantageux de l'utiliser dans des usines hydrauliques. L'entrée et la sortie des bateaux dans l'écluse, et en général toutes les manœuvres d'éclusage apportent un retard considérable dans la navigation.

Ce sont les ascenseurs du groupe 2 qui, dans des projets étudiés d'une façon approfondie, ont été proposés le plus souvent. Un plan incliné de faible pente présente une sûreté de

fonctionnement suffisante, mais les frais d'établissement des fondations restent considérables. En outre, une grande longueur de voie diminue la capacité. A vrai dire, on peut remédier à cet inconvénient, dans le cas de plans inclinés transversaux, par certains dispositifs. Lorsque le niveau de l'eau est très variable, la jonction du sas mobile et des biefs présente de sérieuses difficultés.

Les ascenseurs du groupe 3 transportent les bateaux d'un bief à l'autre par le chemin le plus court. Le bief supérieur se termine par un viaduc ou un canal en remblai. La capacité de ces ascenseurs est satisfaisante. Parmi les ascenseurs verticaux les plus connus, on peut citer ceux du système Clarke (Anderton, Angleterre; les Fontinettes, France; La Louvière, Belgique) et l'ascenseur sur flotteurs de Heinrichenburg en Westphalie. Lorsque la différence de niveau est considérable, les frais d'établissement des fondations sont très élevés, et même, lorsque la constitution du sol est mauvaise, l'emploi du système est complètement exclus. Les constructions immergées sont difficilement accessibles, et, par suite, leur réfection peut occasionner une longue interruption dans l'exploitation.

Les ascenseurs du groupe 4 ont été proposés pour la première fois lors du concours pour Prerau, entre autres, l'ascenseur à cylindre flottant, qui obtint le prix. Leur capacité est satisfaisante, cependant, les dispositifs assurant le fonctionnement régulier, principalement en cas de vidange du sas, présentent de grandes difficultés d'exécution, et leur fonctionnement est douteux. En cas de grande variabilité du niveau de l'eau, la jonction du sas et des biefs ne peut se faire qu'en intercalant une écluse.

Aucun de ces systèmes ne satisfait, pour des dénivellations importantes, aux trois conditions de sûreté dans l'exploitation, de rapidité dans la manœuvre et de faibles dépenses d'établissement et d'exploitation.

L'ascenseur Oelhafen-Löhle, décrit ci-dessous dans ses grandes lignes, est du type de l'ascenseur vertical, et partage avec tous les ascenseurs de ce groupe l'avantage d'une grande capacité.

Si l'on fait l'abstraction des risques généraux inévitables dans toutes les constructions métalliques, on peut affirmer qu'il offre une sécurité de fonctionnement absolue. Il s'adapte aux très

grandes différences de niveau et se prête à l'élévation des grands navires, sans que les frais d'établissement croissent d'une façon exagérée; en outre, la caractéristique du sas est sa grande facilité d'adaptation à des hauteurs d'eau variables dans les biefs. Les frais d'établissement sont, d'après les études et devis détaillés faits pour des ascenseurs d'environ 36 m. de hauteur de levage, inférieurs à ceux de tous les systèmes connus jusqu'ici.

On ne pourrait affirmer que, pour des dénivellations moindres, par exemple au-dessous de 25 m., il conserve cet avantage, du moins si l'on adopte la même construction que pour des hauteurs plus grandes; mais on peut espérer que l'ascenseur pourra, dans ce cas, subir des simplifications constructives et qu'ainsi il restera le moins coûteux des systèmes. Pour des hauteurs plus grandes, au contraire, la différence du coût d'établissement est de plus en plus marquée. Les frais d'exploitation sont, dans tous les cas, très minimes.

La fig. 1 représente l'aspect général de l'ascenseur.

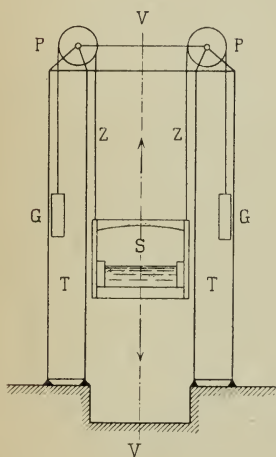


Fig. 2

Il s'agit en principe d'un sas S se mouvant dans un plan vertical V , entre les parois d'une tour métallique T (fig. 2). Le sas et toute la partie mobile de l'ascenseur sont suspendus à une série de câbles Z qui passent sur des poulies de renvoi P placés au sommet de la tour T et se terminent par des contrepoids G équilibrant le poids total de la partie mobile. Normalement, le fonctionnement de l'appareil consiste à déplacer verticalement le système équilibré $S-G$.

Les dispositifs assurant la stabilité et la sûreté de fonctionnement du système, modifient cependant la disposition schématique de l'ascenseur décrite ci-dessus. Ces dispositifs dérivent du principe du plan incliné (comp. fig. 3).

La tour revêt la forme d'un cylindre creux à axe vertical. Un pas de vis R est fixé à l'intérieur. Un chariot circulaire C

est lié au sas par un pivot central, et forme, avec le pas de vis R , un système correspondant à la voie de roulement en ligne droite et au chariot porteur dans les plans inclinés.

Une différence essentielle entre le système dont nous nous occupons et le plan incliné consiste cependant en ce que, dans le premier, le pas de vis ne supporte normalement aucune charge. En service normal, le chariot rotatif repose sur une douzaine de galets g_1 , avec paliers à ressorts (fig. 3). Ces galets sont fixés à des consoles du chariot, le long d'une ligne hélicoïdale correspondant au chemin de roulement R .

Il ne sont chargés qu'autant qu'il le faut pour guider le chariot C dans son mouvement hélicoïdal. C'est seulement en cas de vidange du sas ou en cas de rupture d'un ou de plusieurs câbles que l'équilibre est rompu et que le poids non équilibré est reporté sur la voie de roulement R . Dans l'un ou l'autre cas, les ressorts des galets supérieurs g_1 ou des galets inférieurs g_2 fléchissent, le chariot vient alors s'appuyer sur des plaques d'appui fixées entre les galets, sur la même ligne hélicoïdale que ceux-ci, lesquelles viennent freiner sur le chemin de roulement et immobilisent rapidement le système.

Il est clair que ce dispositif, bien que dérivant du même principe que le plan incliné, est de fonctionnement beaucoup plus simple et plus sûr. Le freinage notamment, dans le cas du plan incliné, ne peut se faire que par des mécanismes plus ou moins compliqués, reportant, des galets de roulement sur des pièces spéciales agissant par compression, la charge totale du sas mobile, tandis qu'il a lieu automatiquement dans le système Oelhafen-Löhle. En outre, la pente du chemin de roulement, dans ce

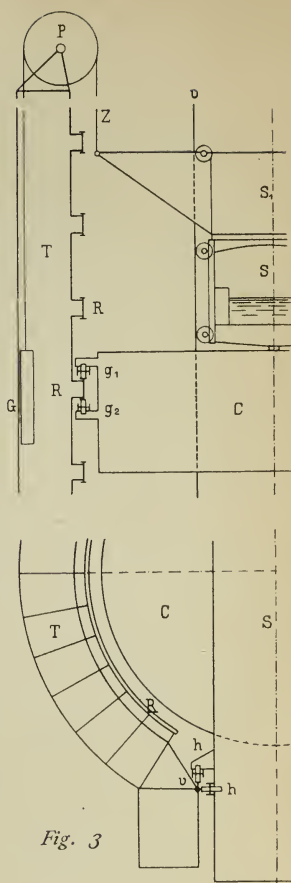


Fig. 3

dernier système, peut être déterminée de façon à ce que, dans tous les cas, le frottement des plaques d'appui immobilise rapidement le système. Dans les ascenseurs du type du plan incliné, le même avantage dû à une pente faible ne peut être obtenu qu'au prix de dépenses considérables pour l'établissement des fondations et du chemin de roulement. Les détails décrits ci-dessous se rapportent aux études les plus récentes faites en vue de l'établissement d'un ascenseur sur le canal à grande section Berlin-Stettin. La dénivellation à franchir près de Liepe est de 37 m. environ. Les bateaux à transporter sont de 600 tonnes.

L'ascenseur se compose de trois parties: la tour avec son pas de vis, le sas et son support, enfin le chariot rotatif.

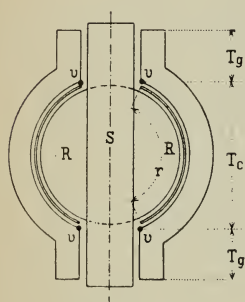


Fig. 4

La **tour** T_c (comp. fig. 4) porte le chemin de roulement R . Les deux **prolongements** T_g sont destinés à guider le sas lorsque celui-ci est amené dans le plan vertical du chemin de roulement. A cet effet, le chemin de roulement R est interrompu entre les montants v , et chaque tronçon r se termine en coin, de façon à ce que les galets $g_1 g_2$ prennent charge sans choc. Un dispositif permet de régler la hauteur de l'hélice. La hauteur des différents montants de la charpente de la

tour peut être également corrigée par un dispositif très simple.

Les contrepoids sont au nombre de 32, dont 24 dans la partie cylindrique de la tour, et 4 dans chaque tour latérale. En cas de rupture d'un câble, la chute du contrepoids dans sa glissière est arrêtée automatiquement par coinçage.

Le **sas** S est suspendu à son **support** S' en 4 points (fig. 5), en outre dans les tours latérales, on a disposé verticalement deux croix de St-André entre le sas et son support (fig. 6). Ces dernières sont rivées seulement lorsque le sas est rempli d'eau, de sorte qu'aucun effort provenant de la charge n'est supporté normalement par ces pièces de charpente, qui n'ont d'autre rôle que d'assurer la stabilité horizontale du sas, par exemple lors de l'entrée du bateau dans celui-ci. Des rails verticaux v , au nombre

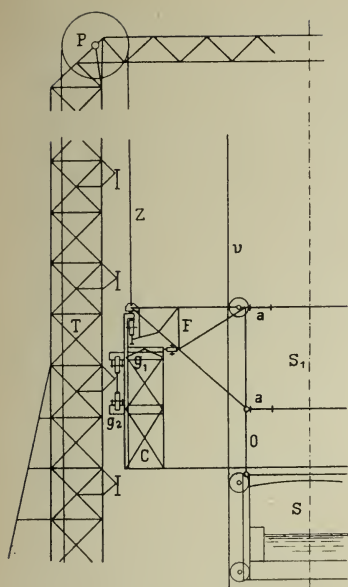


Fig. 5

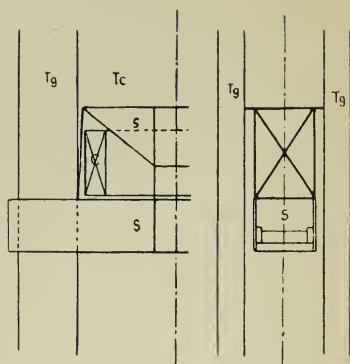


Fig. 6

de 4, fixés dans les tours latérales, servent à guider en long et en travers le sas ainsi que son support (fig. 4 et 5).

Le **chariot tournant C** a reçu la forme annulaire, qui permet de diminuer la hauteur totale de la construction, en intercalant le chariot entre le sas et son support. Cette solution était indiquée dans le projet de Liepe, à cause des mauvaises qualités du terrain de fondation. Le dispositif de la figure 3, où le chariot est placé sous le sas, exige une excavation plus profonde et des travaux de maçonnerie plus importants.

Le chariot est suspendu au support du sas, c.-à.-d. aux câbles *Z*, au moyen d'une couronne de galets *i* (fig. 7). Cette dernière est appelée à reporter sur le chemin de roulement *R* la surcharge résultant des contrepoids en cas de vidange du sas.

Le chariot est uniquement guidé par rapport au support du sas, par une série de galets *k*. Il n'est donc guidé qu'indirectement par les rails verticaux *v* mentionnés précédemment (fig. 4 et 5).

En cas de rupture d'un câble, le support du sas porte sur le chariot par les plaques d'appui P .

Les charges du sas ou des contrepoids, en cas de rupture d'équilibre, sont transmises du chariot au chemin de roulement par l'intermédiaire des plaques d'appui p_1 et p_2 (fig. 8) qui sont

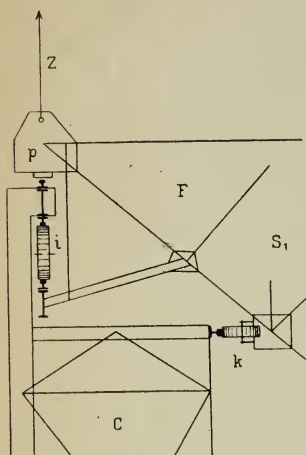


Fig. 7

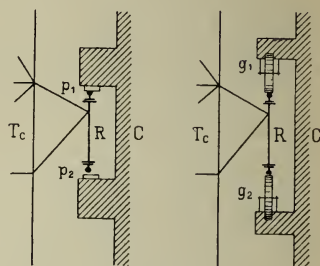


Fig. 8

placées, comme nous l'avons dit précédemment, entre les galets $g_1 g_2$.

La partie mobile constituée par le sas et son support, le chariot et les contrepoids, se trouvant en équilibre, il suffit de vaincre les résistances dues au frottement pour effectuer le déplacement vertical du sas.

Le procédé le plus simple pour obtenir ce déplacement est d'augmenter ou de diminuer la charge d'eau du sas. Il faut toutefois assurer la régularité du déplacement en actionnant directement les galets $g_1 g_2$. A cet effet, chacun des galets g_1 et g_2 est attaqué par une vis sans fin commandée par un moteur spécial de vitesse constante.

Il va de soi que les frais d'exploitation sont, dans ce cas, très minimes, les moteurs n'ayant à surmonter que les résistances de frottement dues au poids différentiel nécessaire au mouvement du chariot, lequel porte seul sur les galets. Dès qu'une tendance à l'accélération du mouvement se manifeste, les galets commencent à patiner et freinent aussitôt.

La quantité d'eau de surcharge nécessaire à la descente du sas du bief supérieur au bief inférieur est d'environ 140 m³.

Au cas où cette quantité d'eau, faible en soi, ferait défaut au bief supérieur, la force actionnant les galets g_1 devrait être suffisante pour vaincre toutes les résistances dues aux frottements du système équilibré. Les galets, ainsi que leur engrenage à vis sans fin, sont aisément interchangeables et la substitution d'une pièce de réserve à une pièce avariée se fait sans la moindre perturbation dans le service.

La cabine du conducteur de l'ascenseur est placée vers le milieu du sas, à 5 m au-dessus du niveau de l'eau. De cette place, le conducteur domine le bief et suit sans peine les manœuvres d'entrée et de sortie des bateaux.

La cabine du conducteur est le point central d'où sont dirigées, dans un ordre automatiquement invariable, toutes les manœuvres d'entrée et de sortie des bateaux, de descente et d'ascension du sas.

L'ascenseur proposé pour Liepe a les dimensions suivantes :

Longueur du sas	70,0 mètres
Largeur du sas (entre les lambris d'appui)	9,6 "
Tirant d'eau des bateaux	1,75 "
Hauteur d'eau dans le sas	2,50 "
Hauteur totale de la tour	60,0 "
Diamètre de l'hélice K	37,0 "
Diamètre maximum de la tour Tc	55,0 "
Pente du chemin de roulement	env. 1 : 15

Le poids total du système mobile est d'env. 6000 tonnes, dont 1700 tonnes d'eau (ou eau et bateau), et 3000 tonnes de contrepoids. Le poids total de la charpente en fer est d'env. 4000 tonnes. Les moteurs, au nombre de 24, sont d'une puissance de 5 HP. La durée de la course a été fixée à 5 minutes. Le bief supérieur se termine par un viaduc en béton armé (fig. 1).



Les grands ascenseurs pour bateaux construits jusqu'ici en Europe et au Canada, et qui ont donné les meilleurs résultats, sont tous du type vertical.

Le système décrit dans cette notice possède tous les avantages de ce type, il leur est supérieur, pour de grandes hauteurs de levage, tant au point de vue des frais d'établissement que de la sécurité de fonctionnement.

Les objections principales que l'on a formulées contre ce système sont: les frais d'entretien élevés de la charpente en fer, le grand nombre d'endroits à lubrifier et l'emploi de câbles.

Les deux premières objections visent les dépenses d'exploitation, qui sont, nous l'avons dit, de peu d'importance relative au capital d'installation et qui d'ailleurs, en fait, restent dans leur ensemble très peu élevés. Quant à la sûreté de fonctionnement, elle n'est influencée en aucune façon par le nombre des organes de mouvement, car ceux-ci sont très simples de construction et très faciles à remplacer sans perturbation dans le service.

Il reste l'objection faite à l'emploi de câbles. Nous répondrons que l'emploi de câbles spéciaux, à épissures brevetées, joint à la faible vitesse avec laquelle il se déplacent (env. 0,1 m. par sec.), fait que la sécurité de fonctionnement de l'ascenseur ne peut en aucune sorte être compromise.

Dans la construction des machines, on ne considère du reste pas qu'un système employant des câbles soit inférieur à une autre construction, il en est de même dans les constructions de génie civil. Si un câble est endommagé, ce seront les brins extérieurs qui se rompent les premiers, et l'on s'en apercevra immédiatement. Les dispositifs de sécurité ont du reste été décrits précédemment et l'on a pu voir qu'alors même que tous les câbles viendraient à se rompre, il n'en résulterait aucun danger pour l'ensemble de la construction.